



KRAFT UND STOFF

im Universum

und die

Ziele der astronomischen Wissenschaft.

VORTRAG

von

M. Wilhelm Meyer,

Dr. phil., Assistent der Sternwarte zu Genf.



BASEL.

Schweighauserische Verlagsbuchhandlung.
(Hugo Richter.)

1873.

Schweighauserische Buchdruckerei.

Die Allgemeinheit des Gesetzlichen, mit welcher sichtbare Veränderungen in dem weiten Umkreise des Uebersehbaren vorgehen, die grossen Normen des Weltbaues, in strahlenden Charakteren an den Himmel geschrieben, haben seit lange die Vermuthung, die innere Ueberzeugung aufkeimen und weiter gedeihen lassen, dass nur eine grosse erste und letzte, ewige Idee, ein Grundprincip, Gedanke und Gesetz im Universum walte, dessen Auszweigungen, Varietäten, Kraftverschiedenheiten all' diese Mannigfaltigkeit der Erscheinungswelt schafft.

Seit Kant's kritischer Idealismus scharf betont hatte, dass unsere mit der Aussenwelt communicirenden Sinne uns dieselbe nicht in ihrer wahren Gestalt und Ursprünglichkeit geben, sondern nur ein mit gewissen Eigenschaften unseres eigenen Wesens vermisches, verfälschtes unklares Spiegelbild der Welt in uns erzeugen, hat man dann in dem „Dinge an sich“, in dem „Substrat der Welt“, in dem „unbewussten Naturwillen“ jenen letzten Urgrund gesucht und diesem glaubte man durch mehr oder weniger geistreiche philosophische und logische Wortspiele beikommen zu können, ohne dabei die Natur selbst, die man doch erklären wollte, mitreden zu lassen. Man fand so begreiflicherweise nur neue Worte für jenes verschleierte unbekannte Eine, das eine tief mysteriöse Empfindung in dem Namen „Gott“ zusammen zu fassen wusste.

Die Philosophen meinten, dass sie, gleich dem Mathe-

matiker von einer Reihe abstracter Begriffsverkettungen geleitet, zu einer Höhe gelangen müssten, von welcher herab sie die Welt der Realität erleuchten, erklären könnten. Sie übersahen dabei aber, dass es von dem Abstracten zum Greiflichen keine Brücke gibt, die nicht vom festen Boden aus dort hinüber aufgeschlagen wäre. Durch die leere Luft hingeflogen waren sie auf dieser Insel vom Continente des Errungenen abgeschlossen.

Dem Mathematiker würde es im gleichen Falle nicht besser gehen: Wenn er seine Begriffe für Punkt, Parallele etc. zunächst vom sinnlich Gegebenen aus abstrahirt hat, so kann er von seinem noch so unzerstörbaren Gebäude logischer Schlüsse aus immer noch nicht anders zur Anwendung auf practische Gebiete zurückkommen, ohne vorher für jeden speciellen Fall wieder sinnlich Gegebenes zu Grunde zu legen: Newton hätte seine theoretischen Schlüsse von der Wirkung zweier ideeller Kraftmittelpunkte auf die Bewegungen im Planetensysteme nicht übertragen können, wenn Kepler nicht vorher gefunden hätte, dass die tycho-nischen Beobachtungen des Mars, jener Reihe von sinnlich direct ermittelten Punkten, eine Figur seiner Bahn um die Sonne zeigen, welche einer Ellipse zum mindesten sehr ähnlich sieht. Erst von hier aus konnte man die Brücke vom Practischen zum Abstracten schlagen, als man nachgewiesen hatte, dass die Sonne ein solches Kraftcentrum ist. Alles das liegt unmittelbar auf der Hand. Will man zu einem practischen Schlusse kommen, so muss mindestens eine der Prämissen Greifbares enthalten.

Wir sind am Abende jener Epoche der Naturphilosophie, welche vom Abstracten aus der Luft herab zum empirisch Gegebenen kommen wollte. Heute sucht man den Weg von unten herauf. Die Masse des empirisch zu-

sammengebrachten Materials specieller Forschung ist man bemüht, einheitlich zu gruppiren, aus ihm Säulen zusammen zu schmelzen, welche den grossen Bau unserer geistigen Erkenntniss der Natur bilden und stützen sollen. Die Sätze, welche über die Wechselwirkung der Naturkräfte, über die Entwicklung der Lebewelt aus einfachsten Formen und bei Zugrundelegung einfachster Motive, ausgesprochen sind, geben hiefür Zeugniss. Ein solches Vorgehen macht die Beherrschung möglichst ausgebreiteter Specialkenntnisse nothwendig, wozu in der That die letzten Jahrzehnte in erstaunlicher Weise beigetragen haben: Ein ganzes Heer von Specialisten arbeitet, der Einzelne oft in einem sehr kleinen Kreise sein ganzes Leben lang, und die Errungenschaften solchen Schweisses haben sich zu einem wahrhaft babylonischen Thurme von Büchern aufgehäuft.

Hier aber tritt die grosse Gefahr zu Tage, welche bei aller Nothwendigkeit der Specialforschung in gewissem Sinne, diese mit sich führt und in doppeltem Nachtheile Zeit vergeudend eine höhere Forschung zu ersticken droht. Die Naturforscher sollten Hand in Hand eine geschlossene Kette um das unbekannte Centralgebiet des wissenschaftlichen Continents bilden und so vordringen. Statt dessen bleiben die Meisten auf Gebieten zurück, die im Grossen und Ganzen aufgeschlossen sind und deren minutiöse Darlegung nicht so viel Zeit- und Kraftaufwand verdient, als ihr gewidmet wird.

Aber es ist schwer und oft unmöglich die Richtung zum Centrum zu finden. Es gibt keine allgemeine Methode die Integration jener Differentiale vorzunehmen, welche uns der Specialist bietet. Wenn es indess in besonderen Fällen der Forschung geglückt ist, einen erhöhten Standpunkt zu erreichen, so ist es gerathen bei gelegentlichem Ueberblick

des Gebietes den weiteren Weg zu suchen. Die nun folgenden Betrachtungen über das Weltgebäude versuchen es, von einem derartigen allgemeineren Gesichtspunkte aus Ihnen einen flüchtigen Rundblick über ein bestimmtes Gebiet des Errungenen zu geben.

Suchen wir zu diesem Ende von vorn herein eine möglichst allgemeine Definition vom Universum. Es stellt sich uns dar als ein allseitig grenzenloser Raum, in welchem zerstreut Anhäufungen von Stoffmoleculen schweben. Aber diese beiden Begriffe, wir müssen es sogleich zugestehen, der unendliche Raum und das Molecül, sind unfassbarer Natur, zwei Annahmen, die wir voraussetzen müssen, ohne ihr factisches Vorhandensein in exacter Deduction nachweisen zu können. Wir sind hier unumgänglich genöthigt, auf Axiomen unser Gebäude der Welt geistig zu errichten, ähnlich wie die Geometrie auf zwei Fundamentalsätzen ruht, die unbewiesen bleiben müssen. Aber mit diesen letzteren geht es uns besser, als mit den Vorannahmen, auf welchen wir unsere Anschauung vom Universum basiren. Es erscheint uns als unmittelbar selbstverständlich, dass die gerade Linie die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten ist. Das Auge, die Empirie überzeugt uns davon tausend und aber tausend Mal und wenn uns hier der deducirende Verstand mit einem Beweise im Stiche lässt, eben weil noch nichts Vorhergehendes vorhanden ist, woraus er abzuleiten wäre, so wird uns das keineswegs als eine Lücke fühlbar. Anders mit jenen Universal-Axiomen. Der Raum, das Unendlichgrosse und das Molecül, das Unendlichkleine, sind Begriffe transcendentaler Natur, die über das Fassungsvermögen unseres endlichen Geistes hinausragen. Es sind uns hier Schranken gesetzt, wie überall da, wo wir die Natur in ihrem Wesen oder in ihrem

ganzen Umfange zu begreifen trachten. Ihr Allerheiligstes bleibt unseren profanen Augen für immer verschleiert und schon auf dem Wege dahin umgeben uns zu beiden Seiten aufgereiht ihre verkörperten Räthsel, gleich jenen Steinbildnissen, welche zu den Tempeln der Weisheit Alt-Aegyptens führten.

Da uns also keine exacte Denkoporation den Beweis dafür geben kann, dass der Raum wirklich unendlich gross ist und der Stoff aus getrennten Molecülen von unendlicher Kleinheit besteht, was veranlasst uns denn trotzdem, dieses zu glauben? Nun, was das Molecül betrifft, so wissen Sie, dass alle chemischen und physicalischen Erscheinungen der Materie sich nur bei Zugrundelegung dieser Annahme erklären lassen, wenn gleich damit streng genommen weiter nichts gewonnen ist, als dass man eine grosse Anzahl von bis dahin unbegreiflichen Dingen in einem einzigen alle diese umschliessenden unbegreiflichen sogenannten Begriffe zusammen gefasst hat. Wie die mathematische Infinitesimal-Analyse eine Curve in ihre Linienelemente zerlegt und aus diesen die Eigenschaften der ganzen Figur ableitet, so hat es der Physiker nöthig befunden, die Materie zu differenziren, um ihre Wirkungen erklären zu können. Nur unterscheiden sich jene Curvendifferentiale in sofern von denen der Materie, den Molecülen, als die ersteren sich aneinanderschliessend und eins in das andere verschmelzend die betreffende continuirliche Figur erzeugen, während der Physiker eine ähnliche Idee von der Materie, die dynamische, aufgegeben hat und sich die Differentiale derselben discret, den Stoff discontinuirlich denkt. Die mathematische Behandlung mancher weiten Gebiete der Physik hat, nach experimenteller Grundlage, den Ausschlag für die atomistische Idee gegeben. Wir adoptiren hier dieselbe ohne weitere Discussion.

Ebensowenig ist es hier der Ort, die Ansicht von der Unendlichkeit des Raumes an sich zu discutiren. Ist er es in der That, so tritt die Frage zu uns heran, ob auch der Stoff, welchen er enthält, unendlich gross sei. Man kann es sich als möglich denken, dass das Universum des Stoffes als eine Insel von endlichem Durchmesser im Grenzenlosen schwebt. Nur ist dies eine Vorstellung, welche unserm Causalitätsbedürfniss widerspricht, da wir nicht einsehen können, weshalb die unendlichen Räume, welche diese Weltinsel umgeben müssten, zu gar nichts dienen sollten.

Abgesehen von diesem Einspruch, der allein aus unserer empirisch in uns begründeten Ueberzeugung von der Zweckmässigkeit im Weltall entspringt, sind mancherlei schwerer wiegende Widerlegungen der Annahme, dass die Materie endlich sei, angeführt worden, nicht ohne dass sie von anderer Seite stets wieder bestritten worden wären. Es scheint, dass uns hier, wo wir uns an den letzten Grenzen unserer geistigen Kraft befinden, eine Mauer von unwegräumbaren Widersprüchen gezogen sei, welche die Marksteine unseres Forschens bleiben. Man hat angeführt, dass eine endliche Materie, begabt mit dem Bestreben, sich gleichmässig über den Raum zu vertheilen, sich nach Ablauf einer gewissen Zeit derart im Unendlichen ausgedehnt haben müsse, dass ihre einzelnen Molecüle je unendlich weit von einander abstehen. Es würde darnach also die traurige Bestimmung der Welt sein, sich allmählig in Nichts aufzulösen und es bedürfe jedesmal eines schöpferischen Machtwortes, durch welches die Materie allein wieder zu Welten condensirt werden könnte. Eine solche Annahme wäre aber als willkürlich keine logische und muss deshalb aus diesen Betrachtungen verbannt werden. Dahingegen stösst man bei Voraussetzung einer unendlich grossen Materie auf nicht

minder grosse Schwierigkeiten. Den Beweis, welchen hiefür schon Halley zu führen versuchte, indem er bemerkt, dass eine endliche Masse nur einen Schwerpunkt besitzen könne, in welchen die Materie der ganzen Welt dann nothwendig zusammenstürzen müsse, während in einem unendlich grossen Kugelraume, der überall mit anziehender Kraft erfüllt ist, alle Punkte desselben zugleich Massencentren und deshalb in Bezug auf die Gravitation der Universalmasse im Gleichgewichte sind, hat bereits Olbers widerlegt, indem er darauf hinwies, dass überall in der gedachten Weltinsel der herrschenden Centripetalkraft ebenso wie in unserm Sonnensysteme durch Centrifugalkräfte entgegen gewirkt werden könne. Dagegen machte der Einwand dieses Letzteren seiner Zeit bedeutendes Aufsehen, dass sich uns das Himmelsgewölbe nächtlich sonnenhell erleuchtet darstellen müsse, wenn uns von dort her unendlich viel Welten Licht zusendeten. Er nahm deshalb, um seine Ueberzeugung von der unendlich grossen Anzahl von Welten im Raume nicht aufgeben zu müssen, an, dass das Universum von einem sehr dünnen Medium erfüllt sei, welches die Lichtstrahlen absorbire. Seither hatte diese Ansicht Wahrscheinlichkeit gewonnen, theils durch gewisse Untersuchungen von Struve dem Aelteren, welcher fand, dass wir mit unseren Telescopen bedeutend weniger Sterne sehen, als es den optischen Gesetzen bei Annahme einer gleichen Vertheilung derselben im Raume entspricht, theils durch die regelmässige Verzögerung, welche nach den Rechnungen von Encke der nach ihm benannte Komet zu erfahren schien. Aber die Arbeit von Struve ist zu unsicher fundirt, um ein Argument bieten zu können und was den Encke'schen Kometen betrifft, so hat die Wiederaufnahme der Berechnung seiner Bahnbewegung durch von Asten in

jüngster Zeit gezeigt, dass die Anomalien, welche der Lauf dieses Gestirns in der That aufweist, die Annahme eines widerstehenden Mittels durchaus nicht fordern. Wenn deshalb die Frage nach solchem Weltmedium von dieser Seite her nicht beantwortet werden kann, so ist die Einwendung von Zöllner gegen Olbers Beweis offenbar triftig, welcher behauptet, dass ein solches nach dem Princip der Erhaltung der Kraft durch seine Absorption von Licht durch eine unendliche Zeit eine unendliche Erhöhung der Wärme erfahren müsse, in welche sich das Licht umsetzt, so dass also die Annahme eines Weltmediums, welches das Vorhandensein einer unendlichen Anzahl von Sternen, trotz der Dunkelheit des Himmelsgrundes möglich machen sollte, diesem Beweise nichts nützt, weil der Weltraum nicht unendlich heiss ist. Gegen all' diese Betrachtungen aber lässt sich einfach einwenden, dass es ja durchaus nicht nöthig ist, die Materie überall als leuchtend und Wärme entwickelnd anzunehmen. Man kann es sich ganz wohl denken, dass zu einer gewissen Zeit nur ein gewisser endlicher Theil des Universums solche lebendigen Wirkungen ausübt. Gewichtiger erscheint hier der Einwand Zöllners, dass ein noch so fein vertheiltes Medium, welches den unendlichen Raum, falls er überall Materiekerne enthält, ausfüllen muss, unendlich grosse Druckkräfte involvirt, die dann auf jedem Punkte lasten müssten. Schliesslich lässt sich noch anführen, dass für den philosophischen Betrachter allein schon in dem Princip der Erhaltung der Kraft, welches sich in allen Vorgängen in der Natur bewahrheitet, ein Beweis gegen die Unendlichkeit der Materie, wenn damit eine unendlich grosse Kraft verschwistert gedacht wird, zu liegen scheint. Die Natur hätte durchaus keinen Grund mit ihrer regierenden Kraft öconomisch umzugehen, wenn

sie deren unendlich viel besässe. Wir sehen, dass wir uns hier in unauf löbliche Widersprüche verirrt haben. Weder eine endlich grosse noch eine endlose Materie ist uns erklärlich und es würde uns nun nur noch übrig bleiben, entweder mit gewissen Philosophen die Existenz der Welt überhaupt zu negiren oder mit Zöllner und Anderen die fundamentalsten Eigenschaften des Raumes an sich, welche allen diesen Betrachtungen zu Grunde liegen, anzutasten, wenn wir uns nämlich nicht zugestehen wollen, dass irgendwo in unseren Schlussfolgerungen ein versteckter Irrthum liegen kann. Wer einen Blick in die höheren Gefilde der Mathematik gethan hat, weiss, wie vorsichtig man dort mit unendlichen Ausdrücken umgehen muss und wie leicht man das Widersinnigste beweisen kann, sobald man mit solchen, nach den allgemeinen Regeln für das Endliche operirt. Auch in unseren logischen Schlüssen obiger Art mag Derartiges stattfinden und es ist keineswegs undenkbar, dass den Ausdrücken für die allgemein herrschenden Gesetze der Natur für ihre Gesamtwirkung auf das grosse Ganze gewisse Glieder hinzuzufügen sind, welche wir vernachlässigen, unsere Anschauungen vom Universum jedoch durchaus zu modificiren im Stande sein könnten. So hat das Gesetz von der Abnahme der Intensität der Kraftwirkung im Quadrat der Entfernung von einem allseitig wirkenden Centrum aus, welchem die Gravitation, das Licht, die Wärme, die Electricität unterwürfig sind und das sich einfach aus der im Verhältniss des Quadrats des Radius zunehmenden bestrahlten Kugelfläche erklärt, für die Anziehung innerhalb sehr kleiner Distanzen nach der Meinung der meisten Physiker keine exacte Gültigkeit mehr und es ist unmöglich aus ihm die Vorgänge innerhalb der Molecülintervalle, jenes Zerreißen des Molecüls in seine Atome

und seine Umsetzung bei chemischen Veränderungen, offenbare Folgen von verschiedenen starken Attractionen der Stoffelemente, zu erklären. So gut ein sonst allgemein gültiges Gesetz hier im kleinsten Raume sich verbirgt, durch andere Vorgänge verdeckt wird, können auch für das unendlich Weite Umstände in Betracht zu ziehen sein, die für das Zwischenliegende, Greifliche, Endliche verschwinden.

Lassen wir es mit diesem Ueberblicke über die Frage genug sein. Sei die Materie im Raume nun eine endlich grosse oder nicht, die Astronomen werden mit ihren weltdurchdringenden Instrumenten die letzten Grenzen niemals erreichen. Es wird meinen folgenden Betrachtungen nirgends Abbruch thun, dass diese Frage offen steht.

Können wir uns nun das Universum vorstellen als ein Integral von kleinsten Theilchen, deren Wirkung die ganze Thätigkeit der Welt umfasst, so wird es uns, um die Vorgänge in der letzteren, abgesehen allerdings von ihrem eigentlichen Wesen und Urgrunde, begreifen zu können, allein darauf ankommen, die Eigenschaften dieser Differentiale, d. h. die der Molecüle kennen zu lernen, deren Integration dann nur noch eine mechanische Operation sein würde. Wäre es möglich, aus einem System von Differential-Gleichungen, welche alle Eigenschaften der Molecüle enthielten, eine allgemeine Function abzuleiten, so würde die Discussion dieser Function alle Vorgänge im Weltall erklären, ganz ähnlich, wie der einfache Ausdruck des Gravitationsgesetzes Aufschluss gibt über die complicirtesten Bewegungen der Himmelskörper, welche wir wahrnehmen. Wir sehen hieraus, dass es für die astronomische Wissenschaft von höchster Wichtigkeit ist, die Kräfte des Molecüls zu ermitteln. Im Besitze dieser Function vermöchten wir den Zustand des Universums für jede vergangene und zu-

künftige Zeit mit Bestimmtheit anzugeben. Eine allgemeine „Weltformel“, um mich einer Bezeichnung zu bedienen, welche für diesen Begriff Du Bois-Reymond in seinem denkwürdigen Vortrage „Ueber die Grenzen des Naturerkennens“ gewählt hat, wäre gefunden. Sie umfasste alles astronomisch Wissenswerthe; ihr Besitz ist das letzte Ziel des Astronomen.

Zu ihrer Ableitung würden dermaleinst eine Anzahl von Gleichungen für sämtliche Massen im Weltraume anzusetzen sein, wovon eine jede den Abstand einer derselben von einem angenommenen Nullpunkte und ihre Kraft enthielte. Wir erkennen demnach unmittelbar, dass es allein nur unter der Voraussetzung, dass der Weltraum mit einer endlichen Masse erfüllt ist, als möglich gedacht werden kann, diese Universal-Function jemals aufzufinden. Dass dieser Fall nicht durchaus undenkbar ist, haben wir vorhin schon gesehen. Wir können demnach die absolute Unmöglichkeit einer Aufstellung dieses Ausdruckes nicht nachweisen.

Aber diese höchsten Gipfel der Abstraction, auf welche uns diese Betrachtungen geführt haben, sind von ewigem Schnee bedeckt und für die Realität nicht nutzbar zu machen. Welche Vermessenheit wäre es zu wännen, dass es uns irgendwann gelingen würde, auch nur die Dimensionen und Entfernungen aller uns gegenwärtig sichtbaren Himmelskörper zu ermitteln? Und wo fände sich ein Analytiker, der im Stande wäre, jenes unermessliche Heer von simultanen Differential-Gleichungen n ter Ordnung zu behandeln, woraus die allgemeine Function des Universums dann abzuleiten wäre?

Wenn wir indess heutzutage mit unseren mangelhaften Kenntnissen und Fähigkeiten ein wichtiges Problem mathematisch behandeln wollen und unsere Mittel, wie das sehr

oft eintritt, nicht ausreichen, um einen geschlossenen endlichen Ausdruck als Lösung desselben aufzufinden, sei es, weil uns die Beobachtung ihre Facta nicht exact genug gibt, oder weil die Maschine des mathematischen Rechnens irgendwo plötzlich ihre Arbeit einstellt, so helfen wir uns mit Annäherungen, die sehr oft dem erwünschten Ziele sehr nahe gelangen lassen. Da ist z. B. das Drei-Körper-Problem, welches die Unzulänglichkeit unseres Anwendungsvermögens treffend darthut. Was nämlich die Kraftäusserung dreier im Raume frei schwebender Massen für sich betrifft, so weiss die Theorie dieselbe bekanntlich genau anzugeben. Aber trotz aller Einfachheit des Gravitationsgesetzes ist es bis jetzt noch keinem Mathematiker gelungen, einen geschlossenen Ausdruck aufzufinden, aus welchem das Verhalten solcher drei anziehenden Körper und ihre Stellung zu einander gefunden werden könnte, und wir wären deshalb nicht im Stande die Bewegungen in unserm Planetensystem zu beherrschen und voraus zu berechnen, wenn wir nicht gewisse, sich dem wahren Werthe annähernde, unendliche Reihen darstellen könnten, welche die Einflüsse von Dritten im Sonnensystem vorhandenen Körpern auf die Bewegung eines besonders behandelten bis zu beliebiger Annäherung zu berücksichtigen gestatten.

In Bezug auf unsere Weltformel werden wir ein für alle Mal zugeben müssen, dass es uns nur gelingen kann, einen angenäherten Ausdruck dafür zu finden. Nur ein solcher ist möglicherweise bereits jetzt der Unterwerfung philosophischer Meditation werth. Sein Umfang würde dann unsere astronomische Erkenntniss vom Weltgebäude in allen Richtungen umgrenzen und wir könnten durch denselben Aufschluss über den Zustand der Materie in fernst-

liegenden Zeiten einer endlichen Vergangenheit oder Zukunft erhalten, indem wir die betreffenden Werthe für die Zeit in die Gleichung einführten. Sie machte es möglich kosmogenetische Hypothesen an der Hand der Analysis zu kritisiren und zu bestimmen, welche Zeiträume verflossen sind, seit sich die Masse der Erde als Ring von dem umwälzenden Sonnenaequator losriss. Nur bis in die Unendlichkeit könnten wir damit nicht vordringen, weil die als Constanten in diesem Ausdrücke figurirenden Werthe für Kraft und Stoff in einem Theile des Ganzen nicht für ewige Zeiten constant bleiben werden.

Zur Aufstellung dieser Weltformel bedarf es, ausser der analytischen Fähigkeit des Mathematikers, der Bestimmung jener beiden Werthe für Kraft und Stoff und der Entfernungen der Stoffansammlungen in einem begrenzten Raume von einem willkürlich angenommenen Nullpunkte. Wir haben uns also jetzt zu fragen, ob Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, jemals in den Besitz dieser Grössen zu gelangen. Zu diesem Ende überschauen wir von dem erlangten Gesichtspunkte aus zunächst einmal, was wir bis jetzt davon wissen.

Fassen wir den Stoff zuerst in's Auge, welcher der Träger der Kräfte genannt wird. Derselbe besteht aus integrirenden Molecülen, die sich durch mannigfaltige Eigenschaften von einander unterscheiden. Diese Eigenschaften aber erkennen wir wenigstens zum grossen Theil sogleich als Kräfte, oder doch durch Kräfte hervorgebrachte Erscheinungen, die dem Molecül nicht als Stoff, sondern als Träger der Kraft innewohnen. Wenn wir z. B. von den chemischen Eigenschaften der Materie reden, so lehrt uns die Atomtheorie, dass wir es dabei mit gewissen anziehenden und abstossenden Kräften zu thun haben, welche von

diesen kleinsten Theilen des Stoffes ausgehen und Umsetzungen von Atomen zu anders constituirten Molecülen bewirken, dass, wenn wir eine chemische Umwandlung an einem Stoffe wahrnehmen, in der That nur Bewegungen seiner kleinsten Theile stattfinden, deren Ursache eine Affinität, eine Verwandtschaftskraft ist, die in den Atomen wohnt und nach Massgabe der Valenzen der betheiligten Stoffelemente andere Aggregate derselben, andere Molecüle schafft. Wir müssen also behaupten, dass der Stoff, indem man ihn als Begriff mit Ausscheidung des mit ihm verschmolzenen Begriffes der Kraft nimmt, keine chemischen Eigenschaften besitzt. Ebenso können wir offenbar alle anderen Eigenschaften' des Stoffes auf Kräfte zurückführen, bis nur noch eine übrig bleibt, welche stets die Eigenschaft des Stoffes par excellence genannt worden ist: seine Raumauffüllung. Abgesehen davon, dass man sich keine Vorstellung machen kann von einem mysteriösen Etwas, das gar keine Eigenschaften besitzt, absolut träge und wirkungslos ist, kann man sich auch diese Raumauffüllung nur als eine Kraft denken. Was anderes denn kann einer Kraft entgegen wirken und eine Kraft aufheben als wiederum eine Kraft? Ist nun aber ein Molecül gedacht als ein Raumdifferential, in welches kein anderes vermöge irgend welcher Kraft eindringen kann, so lässt sich diese sogenannte absolute Härte, diese vollkommene Raumauffüllung des Molecüls, nur als eine Kraft erklären, die auf seiner Oberfläche im Augenblicke der Berührung mit einem Nachbar-Molecül zu wirken beginnt und das Eindringen in dasselbe trotz jeder angewandten Druckkraft verhindert. Dieses einsehend, bleibt uns weiter keine Eigenschaft des Stoffes an sich als die eines Trägers der Kräfte, d. h. in der That aber nur, er ist ihre Verkörperung. Wir können für Stoff einfach

raumausfüllende Kraft setzen, wenn wir sonst nicht durch langjährige Angewöhnung einen Begriff zu benützen vorziehen, der nichts enthält, der leer ist. Wir haben dadurch offenbar einen allgemeineren Standpunkt gewonnen, welcher uns das Weltganze als eine ewige Sinfonie harmonisch ineinander greifender Kräfte erscheinen lässt, deren mächtige Accorde in die sanfte, einfach grosse Empfindung zusammenquillt, die in uns der Anblick des gestirnten Himmels belebt.

Jedenfalls ist es für unsere Betrachtungen einfacher, wenn wir den Begriff des Molecüls als eigenschaftslosen Stoff, das also nur bestimmt ist die Krafterelemente im All zu zählen, aus unserer Weltformel streichen. Die darin enthaltene Constante des Stoffes wird ja nothwendig nur als Factor der Constanten der Kraft, im gewöhnlichen Sinne genommen, auftreten, weil Kraft und Stoff überall unzertrennlich sind. Wir können also beide in eine neue Unveränderliche zusammenziehen, in welcher die Raumausfüllung des Stoffes als eine Kraft enthalten ist.

Es braucht wohl hiebei kaum erwähnt zu werden, dass dieses Schlagwort „raumausfüllende Kraft“, welches seiner Zeit durch die ausgestorbene Richtung der Dynamiker in gerechten Misscredit gekommen ist, hier keinen Rückschritt zu denselben andeuten soll. Wenn Jene annahmen, dass die continuirlich gedachte Materie von den Kräften ganz durchflossen sei, so ist hier die Materie nach atomistischem Gebrauch in kleinste Elemente einer unbekannten allgemeinen Kraft zerfallend gedacht, die als chemische Kraft nur momentan auf seine nächsten Nachbarn wirkt, als Schwerkraft unaufhörlich und sich der Wirkung seiner Nachbarn summirend ausstrahlt, sich dagegen nur unter besondern Umständen als electriche, magnetische Kraft

etc. zeigt und durch Bewegung Licht, Wärme und Schall hervorbringen kann. Ein solches Kraftelement besitzt ausserdem die Eigenschaft sich mit keinem zweiten mehr vereinigen zu können, d. h. an dem Punkte des Raumes, an welchem sich dasselbe befindet, hat kein zweites mehr Raum, es ist raumausfüllend.

In seiner tiefgehenden Schrift „Ueber die physicalische und philosophische Atomenlehre“ versuchte es Fechner umgekehrt den Begriff der Kraft zu eliminiren und auf den des Stoffes zurück zu führen und behauptet „es gibt so vielerlei Kräfte als Zusammenstellungen der Materie.“ Den auf der Oberfläche haltlos schwimmenden Aussprüchen gewisser sogenannter Gelehrten „Keine Kraft ohne Stoff — kein Stoff ohne Kraft“ entgegen tretend, hält sich jener Naturphilosoph als Physiker an das Gegebene der Materie, nimmt ihre Fühlbarkeit für ihr eigentliches Wesen und hält alle Aeusserungen derselben nur für Folgen ihres verschiedenartigen Arrangements: „Zur Entwicklung einer Eiche gehört eine Eichel, zur Entwicklung einer Henne ein Hühnerei, und wer mag leugnen, dass diese Entwicklungen gesetzlich von der Organisation der Eichel, des Eies abhängen? Aber wenn schon zur Fabrication von formloser Schwefelsäure aus Schwefel und Sauerstoff eine Schwefelsäurefabrik gehört, d. h. besondere Bedingungen des Zusammentreffens der Bestandtheile, so werden wir um so mehr zulassen müssen, dass zur Fabrication des, einen ganzen organischen Zellenbau einschliessenden, Saamenkornes oder Eies eine Pflanze und ein Vogel als Fabriken gehören.“

Wenn Fechner alle Vorgänge als Folgen verschiedenster Combinationen der Materie auffasst, so läuft diese Idee keineswegs derjenigen entgegen, welche alle Eigenschaften

jedes Combinationselementes als Kräfte nimmt. Formt man zunächst begrifflich die Welt aus Kraft und Materie und eliminirt dann einen dieser Begriffe derart, dass er sich in dem anderen auflöst, so bleibt es natürlich einerlei, welchen Namen man dem allein übrig bleibenden Einheitlichen gibt, welches uns als die Welt der Welten erscheint.

Es ist nun die Frage, ob wir jemals so viel Kenntniss von den das Weltall ausfüllenden oder durchdringenden Kräften erlangen werden, um jene Constante mit genügender Annäherung in den vielerwähnten Ausdruck einführen zu können und diese erst bringt uns der speciellen Astronomie wieder näher, indem sie die weitere Frage bedingt: wie viel wissen wir bis jetzt von den im Weltall wirkenden Kräften? Schauen wir uns einmal darnach um.

Die erste Kunde von der Existenz anderer Welten ausserhalb der unsrigen gibt uns das Licht. Licht aber ist Bewegung der Kraftelemente oder der Molecüle, Bewegung, welche, wie wir wissen, erzeugt wird durch die Einwirkung chemischer und physischer Kräfte. Diese sind demnach auch dort vorhanden und müssen auch auf jenen Welten nothwendig ebenso wirken, wie hier. Nun gibt es aber nach unserer Anschauung in der Welt mindestens 65 von einander verschiedene chemische Kräfte, die wir gewöhnlich chemische Elemente nennen. Sind alle diese auch ausserhalb der Erde als vorhanden erkannt oder anzunehmen? Und äussern sie sich dort wie auf der Erde, wo wir ihre Eigenschaften experimentell ermitteln können? Die Beantwortung dieser Fragen schien noch vor 20 Jahren für immer unmöglich. Man musste es damals für undenkbar erklären, dass man über die chemische Zusammensetzung ferner Welten jemals Bestimmtes erfahren könne. Nur die tief in unserm Geiste begründete unbezwingliche Ueber-

zeugung, dass das Weltall nach einem grossen Plane gebaut sein müsse, konnte in uns eine Ahnung aufdämmern lassen, dass uns bekannte Elemente auch dort vorhanden seien. Durch die Deutung der Fraunhofer'schen Linien im Spectrum durch Kirchhoff und Bunsen ist die Untersuchung der chemischen Kräfte im Universum der Intelligenz des Menschen zugänglich gemacht. Wir können schon heute die Beschaffenheit der chemischen Kraftelemente, welche die fernsten Räume ausfüllen, mit Hülfe des Spectroskops auskundschaften und es ist zu muthmassen, dass gerade der Chemismus der Himmelskörper binnen verhältnissmässig kurzer Zeit klarer vor unsern Augen aufgeschlossen liegen wird, als alle ihre übrigen Eigenschaften, ihre Entfernungen, Ausdehnungen, Bewegungen etc.

Dass bis jetzt noch nicht entschieden werden konnte, ob alle bekannten chemischen Kräfte auch ausserhalb der Erde vorkommen, ist gewiss nicht zu verwundern. Ja, es muss sogar als ein ausserordentlicher Erfolg dieser neuen Wissenschaft der Spectralanalyse bezeichnet werden, dass es ihr bereits gelang 22 chemische Elemente im Raume mit Bestimmtheit nachzuweisen; denn man darf in diesem Falle diese Zahl mit der ganzen Anzahl der uns bekannten Elemente, 65, nicht in Vergleichung ziehen, weil die bei weitem grössere Anzahl dieser letzteren Stoffe sind, welche selbst auf unserer Erde nur mit grosser Mühe aufgefunden werden können, so dass wir annehmen müssen, alle diese seltenen Elemente, welche höchst wahrscheinlich nur einen sehr geringen Antheil am Weltenbau haben, werden von unserm Standpunkte aus überhaupt niemals nachzuweisen sein.

Was die chemische Constitution der Sonne betrifft, so kennt man dort bereits 16 Elemente, nämlich Wasserstoff,

Natrium, Magnesium, Titan, Aluminium, Silicium, Kalium, Calcium, Chrom, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Zink und Barium. Ich habe diese Stoffe nach der Reihenfolge ihrer wahrscheinlichsten Atomgewichte genannt, welche mit Ausnahme desjenigen für das Barium sehr geringe sind und 65 nicht überschreiten. Der Sprung von dieser Zahl auf 137, dem Atomgewichte des Bariums, ist sehr auffallend. Während wir es nämlich leicht erklärlich gefunden hätten, dass in der den glühenden Sonnenball umgebenden Dunstosphäre, welche allein unserer spectroscopischen Untersuchung zugänglich ist, nur leichtere Gase vorhanden sind, wo hingegen die schwereren dem Mittelpunkte näher gerückt zu denken wären, so widerlegt uns das Vorhandensein des Bariums diesen Schluss, da nach dem Avogadro'schen Gesetze die specifische Schwere der Gase sich wie ihre Moleculargewichte verhalten. Wir wissen, dass die Molecüle der Gase von fast allen bis jetzt in den dampfförmigen Zustand gebrachten Elemente aus zwei oder mehreren Atomen bestehen, die ihre Valenzen gegenseitig sättigen. Demnach müsste der Bariumdampf mehr als noch einmal so schwer sein, als das schwerste der übrigen auf der Sonne nachgewiesenen Gase. Aber jene Regel, dass die Molecüle eines elementaren Stoffes im dampfförmigen Zustande aus zwei Atomen zusammengesetzt sind, hat keineswegs die Allgemeinheit eines Gesetzes. Es sind uns davon zwei Ausnahmen bekannt: Das Quecksilber und das Cadmium, deren Molecüle mit ihren Atomen übereinstimmen, so dass also z. B. der Quecksilberdampf nur halb so schwer ist, als man erwarten sollte. Das Barium ist nicht in Dampfform bekannt; man weiss deshalb über die Zusammensetzung seines Moleculs nichts. Möchte es unter diesen Umständen nicht als wahrscheinlich anzunehmen sein, dass auch bei diesem Elemente

Molecül und Atom identisch sind. Wir kämen dann auf die Zahl 68,5, welche mit den Atomgewichten der übrigen Gase auf der Sonne zu vereinbaren ist. Mag dieser Schluss immerhin gewagt erscheinen, er zeigt fernher, wie wichtig die neue Wissenschaft der Spectralanalyse zu werden verspricht, mit deren Hülfe hier aus astronomischen Facten Wahrscheinlichkeiten über die molecülare Zusammensetzung eines Stoffes ausgesprochen werden konnte, welcher sich im chemischen Laboratorium einer derartigen Untersuchung entzieht.

Sehen wir in der Tabelle der chemischen Elemente nach, welche davon ein kleineres Atomgewicht haben als 65, indem wir also von dem Barium absehen und beachten dabei alle bei uns seltenen Elemente nicht, so bleiben ausser den drei Organogenen Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff nur 4 Elemente übrig, deren Nachweisung auf der Sonne nicht geschehen ist, nämlich Chlor, Phosphor, Schwefel und Zinn.

Viele der übrigen Sonnen, welche uns als Fixsterne am Firmamente erscheinen, besitzen eine ganz ähnliche chemische Constitution ihrer Atmosphären, dagegen gibt es unter denselben auch eine nicht zu geringe Anzahl, welche sich darin wesentlich von unserer Sonne unterscheiden. Zu diesen gehören vorzüglich alle Sterne, deren Licht röthlich ist, wie z. B. Beteigeuze, Aldebaran, Arcturus. Die Atmosphären dieser Centralkörper enthalten zum Theil Stoffe, welche specifisch bedeutend schwerer sind, als die auf der Sonne vorkommenden. Auf Aldebaran z. B. wurden 9 Elemente als vorhanden nachgewiesen: Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Calcium, Eisen, Antimon, Tellur, Quecksilber und Wismuth. Hiervon kommen auf unserer Sonne nicht vor: Antimon, Tellur, Quecksilber und Wismuth, also die schwersten Stoffe unter den angeführten.

Grosse Mengen von Stickstoff, mit Wasserstoff gemengt, finden sich in den ausgedehnten Nebelflecken vor; Kohlenstoff scheint in nicht unbedeutender Quantität in den Kometenkernen vorhanden zu sein. Ausserdem kommt derselbe als Graphit in jenen Steinen vor, welche zuweilen aus dem Weltraume her auf unsere Erde herabstürzen. In diesen Meteoriten wies man ausser einigen der früher genannten chemischen Elemente noch Schwefel und Phosphor nach, so dass die Anzahl aller im Raume ausserhalb der Erde als vorhanden nachgewiesenen Stoffe 24 beträgt und von den bei uns in grösserer Menge vorhandenen Elementen nur 5 übrig bleiben, welche bis jetzt nur auf der Erde angetroffen wurden, nämlich Blei, Fluor, Jod, Chlor und Zinn.

Der Bejahung der Frage demnach, ob wir alle für jenen genährten Universalausdruck nöthigen chemischen Kräfte im Raume kennen zu lernen hoffen dürfen, steht in sofern nichts entgegen, als mit Zuversicht zu muthmassen ist, dass wir binnen verhältnissmässig kurzer Zeit alle für die Weltwirthschaft wichtigeren uns von der Erde her bekannten Stoffe, wo sie im Raume auftreten, erkennen werden. Aber kann es dort nicht auch Stoffe geben, welche auf der Erde gar nicht aufzufinden sind? Diese Frage liegt sehr nahe und das Spectroskop hat in der That an den Grenzen des von uns aus noch übersehbaren Umkreises von Weltsystemen einen solchen Stoff gefunden, ein glühendes Gas, welches, mit Wasserstoff und Stickstoff gemengt, fast in allen unlöslichen Nebeln in grosser Quantität vorkommt und dessen unbekannte Eigenschaften ohne Zweifel regsten Antheil an der Entwicklung jener neuen Welten haben. Wie wir aber diese Eigenschaften kennen lernen sollen aus einem schwachen Lichtstrahle, der im Spectroskope eine

grünblaue Linie in der Nähe der Wasserstofflinie hervorbringt, ist nirgends abzusehen.

Aber alle diese chemischen Eigenschaften des Weltstoffes sind für den Astronomen vor der Hand nur von einem Interesse zweiten Grades, der seine Forschung auf die Positionen und Bewegungen seiner Objecte in Gegenwart, Vergangenheit und Zukunft richtet. Die Fernwirkung der chemischen Kräfte ist hier von geringer Bedeutung. Sie äussern sich direct nur auf benachbarte Kraft- oder, wenn Sie wollen, Stoffdifferentiale, können zwar durch ihre Bewegung unter Umständen die weiter hinausstrahlenden Erscheinungen von Licht, Wärme und Schall hervorbringen. Von diesen letzteren ist das Licht, der Weltallbote, allerdings von höchster Wichtigkeit für den Astronomen, der ohne dasselbe vom Universum nichts wissen würde; aber es wird so lange keinen Factor im Aufbau, im Leben der Weltcolosse darbieten, als man ihm nicht eine bewegende Fernwirkung abgelauscht hat. Das Radiometer, eine Zeit lang als eine demonstratio ad oculos für die directe Umsetzung des Lichtes in Bewegung gehalten, ist in jüngster Zeit deswegen bekanntlich in grossen Misscredit gekommen. Dass in der That aber das Licht im Stande ist, unter besonderen Umständen die Veranlassung zu kräftigen Reactionen zu geben, beweist uns der Chemiker, welcher zeigt, dass ein Gemenge von Chlor und Wasserstoff, welches im Dunkeln keine Veränderung erfährt, sich unter der Einwirkung des Lichts, das eine Spaltung des zweiatomigen Chlormolecüls ausführt, heftig explodirend zu Salzsäure verbindet.

Factoren zweiter Ordnung werden, wie das Licht, in unserer Weltformel die Wärme und die Electricität bleiben. Der letzteren scheint, wenn die neue Kometen-Theorie von Zöllner sich bewährt, ein nicht unwesentliches Geschäft in

der Verwaltung des Weltgebäudes anvertraut zu sein. Nach der Ueberzeugung dieses Gelehrten entwickelt deren die Sonne genug, um durch ihre Fernwirkung die Schweife der Kometen, welche ihrerseits auch Electricität beim Ausströmen von Dämpfen aus ihrem Kerne freimachen, von sich abstossen, eventuell zu sich heranziehen zu können. Wie dem aber auch sei: Auf alle Fälle kennen wir die Aeusserungen dieser Kraft zur Genüge, um dermaleinst ihren Werth in jenen Ausdruck einführen zu können.

Die eigentlich astronomische Kraft ist die Gravitation. Sie unterscheidet sich im Wesentlichen dadurch von den vorhin betrachteten chemischen Eigenschaften des Molecüls, dass sie unter allen Umständen gleich stark wirkt und das Molecül ähnlich wie der Magnetismus anscheinend verlässt, um, sich mit den Kraftdifferentialen der umliegenden Molecüle verbindend, in einem Centralpunkte zusammen zu fliessen, von wo aus dann ihre Vereinigung in die Ferne wirkt und jene Bewegungen hervorbringt, welche wir auf das Genaueste zu verfolgen im Stande sind. Diese alllenkende Schwere ist deshalb mit aller Präcision erkannt worden und bietet uns nirgends mehr eine Unklarheit. Wir wissen, dass alle Stoffeinheiten, alle Molecüle, welche unser Sonnensystem enthält, dem Gesetze der Gravitation genau in derselben Weise Folge leisten, wie unsere Erdmasse. Dagegen durften wir noch darüber Zweifel hegen, ob diese Kraft auch überall in denjenigen Stoffen wohne, aus welchen jene fernen Fixsterne bestehen, so lange die über alle Himmelsregionen hin ausgestreuten Doppelsterne nicht auch diese vertreiben mussten. Davon gibt es heute schon mehr als 600, welche Bewegungen um einander zeigen und einige 20, von denen bewiesen werden konnte, dass diese Bewegungen genau nach Vorschrift der Gravitationsgesetze aus-

geführt werden, so dass man auch deren Positionen zu einander voraus berechnen kann, wie die Orte der Planeten und Kometen. Auch diese Kraft ist also eine universale und ihr Factor in der Weltformel anzubringen.

Aber mit der Kenntniss von der Wirkungsweise dieser Kraft ist unser Ziel keineswegs erreicht. Wir müssen, um die Bewegungen eines ausgedehnten Fixsterncomplexes, den unser genäherter Universal-Ausdruck umfassen soll, bestimmen zu können, den Angriffspunkt und die in demselben virtuell vereinigte Gesamtmasse dieses begrenzten Abschnittes vom Weltraum ausser den Entfernungen der im Einzelnen zu verfolgenden Individuen von demselben kennen. Dass eine Gruppierung dieser Sternschaar, welche über den weiten Himmel vertheilt ist, zu einem System höherer Ordnung, das, wie es Kant philosophisch vermuthete, ähnlich dem unserer Planetenwelt um eine Generalebene vertheilt ist, in der That existirt, darf heute kaum mehr bezweifelt werden. Es ist nicht allein der Gürtel der Milchstrasse, die regelmässige Abnahme der Sternhäufigkeit nach ihren Polen zu, der einheitliche Zug der Eigenbewegungen in gewissen Himmelsregionen, wie sie die Hyaden, die Pleyaden etc. aufweisen, welche uns hiervon überzeugen, sondern vor allem die Nothwendigkeit, dass die Massen von 20 Millionen Sternen, die wir sehen können, mit ihrer vereinigten Kraft in einer gewissen Zeitspanne auf eine einzelne Masse wirken müssen, weil diese Sterne nicht unendlich weit von einander entfernt stehen und wegen ihrer Sichtbarkeit trotz verschwindender Parallaxe im Durchschnitt nicht bedeutend kleiner als unsere Sonne sein können. Bekanntlich haben die Untersuchungen von Mädler bereits zu einer vorläufigen Bestimmung dieses Generalschwerpunktes geführt, welchen der berühmte Forscher in die Nähe

des Sternes Alcyone in der Pleyadengruppe verlegt. Von diesem aus wird auch unsere Sonne sammt ihrem System bewegt, so dass sie gegenwärtig auf einen Punkt im Sternbilde des Hercules zusteuert, wo wegen dieser Annäherung die Sterne erkennbar auseinander weichen. Die translatorische Bewegung der Sonne bemass Mädler zu $7\frac{1}{2}$ Meilen in einer Secunde. Dieser Werth wird vermuthlich etwas zu gross sein, weil bei dessen Berechnung eine zu kleine Parallaxe von 61 cygni angenommen wurde. Aus einer hypothetisch berechneten Entfernung jenes Centralpunktes unseres Fixsternsystems und der Wirkung, welche von ihm aus auf unsere Sonne ausgeübt wird, schloss er weiter, dass von dort eine Gravitationskraft in den Weltraum hinausstrahlen müsse, welche der von 118 Millionen Sonnenkörpern entspricht, eine Zahl, welche allerdings auch wegen jener falsch angenommenen Parallaxe zu gross ist. Wir sehen aber, dass bereits Anfänge gemacht sind, die Weltvorgänge allgemeiner zu deuten und mit allgemeinen Formeln die weitesten Weltregionen zu beherrschen. Würde es möglich werden, den Centralpunkt der grossen Kraft unseres Fixsternsystems und die absolute Eigenbewegung unserer Sonne dermaleinst mit grösserer Genauigkeit zu bestimmen, so dass man über die wahre Grösse dieser Kraft genügende Gewissheit hätte, so könnte man, nachdem das Zöllner'sche Reversions-Spectroskop ein Mittel an die Hand gegeben hat, auch die Componente der Eigenbewegungen zu bestimmen, welche sich für unser Auge zum Punkte projicirt, aus den Ortsveränderungen der Fixsterne innerhalb einer grossen Zeitspanne mit bei weitem grösserer Sicherheit auf ihre Abstände schliessen, als es durch directe Parallaxenmessung jemals möglich werden wird, eben weil diese Ortveränderungen ihre Winkelgrösse summiren. Es

ist keineswegs eine über die Grenzen des Wahrscheinlichen hinaus gehende Behauptung, dass wir einstmals aus den verschiedenen Positionen der Fixsterne in verschiedenen Jahrtausenden ebenso sicher ihre Entfernungen von uns werden ermitteln können, wie wir gegenwärtig die eines Kometen, den wir zu drei verschiedenen Zeiten beobachtet haben, zu berechnen vermögen. Die Eigenbewegungen der Fixsterne werden es demnach sein, welche zur Verfolgung der Ziele astronomischer Forschung, die allmählig aus dem Bereiche unseres wohlbekannten Planetensystemes in die weiteren Regionen der Fixsternwelt ihren Schwerpunkt zu legen strebt, von allerhöchster Bedeutung sind. Durch sie allein werden wir bestimmte Aufschlüsse über die nothwendige unserm heutigen Wissen noch tief verschleierte Ordnung des höheren Systems der Welten erhalten können, die uns zu einer dasselbe beherrschenden Formel sicherer leiten würde.

Aber eine solche müsste offenbar durch die vielartigen chemischen Kräfte, auf welche ich jetzt eines letzten Ueberblicks wegen zurückkomme, sehr complicirt werden, falls es nicht gelingt, eine Kraft aufzufinden, welche alle chemischen Erscheinungen als specielle Fälle aus sich hervorbringt oder, mit andern Worten, bis man den Urstoff entdeckt hat, der alle Elemente als Combinationen seiner kleinsten Theile zu bilden im Stande ist. Ob es einen solchen überhaupt gibt, muss natürlich dahingestellt bleiben. Unserer philosophischen Anschauung vom Weltganzen ist er sehr nahe gelegt und auch die Aehnlichkeit vieler chemischen Elemente mit einander deutet darauf hin. Ich erwähne hier als Beispiele die Gruppe der Halogene, Chlor, Brom und Jod, welche je nach der grösseren Schwere ihrer Atome träger wirken, sich aber sonst unter einander, was ihr Verhalten zu anderen Elementen betrifft, ausserordent-

lich ähnlich sind. Möglich auch, dass die Idee von einer chemischen Statik, wie sie im Anfang dieses Jahrhunderts zuerst von Berthollet ausgesprochen wurde, und wofür nach der jüngsten Reformation der Chemie so viele neue Anhaltspunkte aufgebracht sind, ihre Bestätigung findet, so dass alle Affinitätserscheinungen sich in letzter Instanz auf einfache mechanische Gesetze, deren Grundlage die bekannte Kraft der Massenanziehung ist, zurückführen lassen, die nur durch die verschiedene Raumgestalt der Stoffelemente uns heute noch in so complicirten Erscheinungen vor Augen treten. Hier muss der Astronom auf die Fortschritte des Chemikers warten, dessen Wissenschaft von derjenigen Allgemeinheit, welche die des Astronomen auszeichnet, noch sehr weit entfernt ist.

Nachdem wir so einen kurzen Ueberblick über unsere Kenntniss von der Kraft im Universum gewonnen haben, sollten wir schliesslich die der Entfernungen in demselben in Betrachtung ziehen, welche, wie wir zu Anfang sahen, zur Aufstellung der Ansatzgleichungen für die Weltformel, oder, um diese mathematische Terminologie fallen zu lassen, als Bedingungen zum allgemeinen Verständnisse der Weltvorgänge bekannt sein müssen. Ich kann indess darüber mit wenigen Worten hinweg gehen, indem ich Ihnen sage, dass man ausserhalb des Sonnensystems bis jetzt noch verschwindend wenig davon weiss. Unter den 20 Millionen Sternen, welche, nach Herschels Schätzung, am ganzen Himmel mit astronomischen Fernrohren sichtbar sind und von welchen mehr als 350,000 catalogisirt wurden, gibt es nicht mehr als 15 Sterne, deren Entfernung wir ungefähr angeben können, wobei es aber auf einige Tausend Millionen Meilen nicht mehr ankommen darf. Der nächste hievon ist α centauri mit circa 224,500 Erdbahnraden, also etwa

4 Billionen 480,000 Millionen Meilen, der entfernteste α aurigae mit 4,484,000 Erdbahnradien gleich 89 Billionen 680,000 Millionen Meilen Distanz.

Ueber die Wichtigkeit, welche für unsere Kenntniss von der Einrichtung und Verwaltung des Fixsterngebäudes die Ermittlung der Entfernungen in sich schliesst, haben wir soeben gesprochen. Um so bedauernswerther ist es, dass die einzige Methode, durch welche wir bis jetzt im Stande sind in diesen Regionen Messungen auszuführen, in keinem Falle ausreicht, um damit jemals umfassendere Untersuchungen anstellen zu können. Die Winkelgrössen der wenigen ermittelten Parallaxen uns nächster Sterne sind bereits so minimal, dass es selbst bei grösstmöglich gedachter Vervollkommnung unserer optischen und Messinstrumente nicht denkbar ist, dass die Parallaxenbestimmung für sehr viel weiter entfernte Sterne direct geschehen könne. Denn einestheils setzen die entfernten Himmelslichter der anzuwendenden Vergrösserung Schranken, anderentheils werden noch so feine Messinstrumente unnütz, sobald die Kleinheit der zu messenden Dimensionen das Unterscheidungsvermögen unserer Retina, welchem gleichfalls Grenzen vorgeschrieben sind, überschreitet. So lange also keine neue Methode zur Ableitung der Entfernungen im Universum, welche nicht mehr auf der viel zu kleinen Basis unseres Erdbahndurchmessers ruht, aufgefunden wird, müssen wir diesen Zweig der astronomischen Wissenschaft als den unfruchtbarsten verzeichnen.

Aber hoffen wir darauf, dass wichtige Entdeckungen unserm Vordringen auch hier hilfreiche Hand darbieten werden. Haben wir es doch erst in jüngster Zeit gesehen, wie die Entdeckung eines einzigen einfachen Instrumentes, des Spectroskops, der Schlüssel zu einer ganz neuen ausgedehnten

Wissenschaft werden konnte. Lassen wir es uns nicht verdrriessen, langsam vorschreitend Glied um Glied an unseren Universalausdruck, an unsere Formulation der Erkenntniss vom Weltgebäude, zu fügen. Eine erste Annäherung dazu ist uns bereits durch das Gravitationsgesetz an die Hand gegeben, welche für unser System und eine ziemlich umfangreiche Zeitspanne Geltung hat und durch die wir die Bewegung eines grossen Materiecomplexes zu verfolgen und die Stellung seiner Theile zu einander für einen beliebigen Moment mit grössester Genauigkeit voraus zu sagen oder zurück zu verfolgen im Stande sind.

Hoffen wir deshalb! Es ist besser sich ein glänzendes Ziel weit vorzusetzen, als in resignirendem Schwermuthe vermessenlich daran zu verzweifeln, dass wir nicht Alles wissen werden. Dann wird uns jenes zielsetzende Wort nicht mehr wie einen Faust niederschmettern können, welches uns der grosse Geist der Natur, sobald wir ihn herauf zu beschwören suchen um ihn in seinem selbsteigenen Wesen auszuforschen, entgegenruft:

„Du gleichst dem Geist, den Du begreifst, nicht mir!“

